



Layer analysing photographing device of X-ray computer

Patent number: CN1126578
Publication date: 1996-07-17
Inventor: IIKAWA SHIRO (JP)
Applicant: SHIMA SEIKI MFG (JP)
Classification:
- international: **A61B6/02; A61B6/03; G01N23/04; H05G1/26; H05G1/52; A61B6/02; A61B6/03; G01N23/02; H05G1/00; (IPC1-7): A61B6/03**
- european: **A61B6/02B; A61B6/03B12; G01N23/04D; H05G1/26; H05G1/52**
Application number: CN19951004875 19950420
Priority number(s): JP19940114765 19940430

Also published as:

 JP7299058 (A)
 DE19515778 (A1)

Report a data error here

Abstract not available for CN1126578

Abstract of correspondent: **DE19515778**

A circulating x-ray generator (11) which describes a circular path about a plane of rotation has several x-ray spots in a direction perpendicular to the rotation plane. An x-ray detector (12) opposite the generator has several detection elements arranged along the circumference of the rotation plane and in a direction perpendicular to the plane. A controller rotates the generator and detector, without changing their relative positions, and outputs angle information. A drive device displaces an object fed between the generator and detector by the width of at least one detector element per generator revolution. A focal point controller switches several generator focal points in succession depending on the rotation and outputs focal point information. An image reconstruction device reconstructs a three-dimensional image by reverse projection of the data in helical form.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95104875.9

[51]Int.Cl⁶

A61B 6/03

[43]公开日 1996 年 7 月 17 日

[22]申请日 95.4.20

[30]优先权

[32]94.4.30 [33]JP[31]114765/94

[71]申请人 株式会社岛津制作所

地址 日本京都市

[72]发明人 及川四郎

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

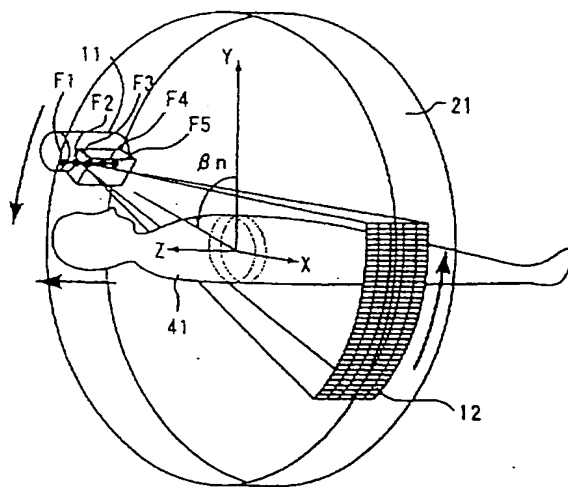
代理人 赵国华

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 X射线计算机层析摄影装置

[57]摘要

一种 X 射线 CT 装置，其中包括在旋转平面的上有多个焦点的 X 射线发生部，与前者相对配置，有二维排列的多个检测元件的 X 射线检测部，使前两者保持相对位置关系旋转，输出角度信息的旋转控制部，使受检体相对前两者在旋转平面正交方向上移动，至少跨越一检测元件，并输出该移动量信息的移动部，旋转过程中依次切换多个焦点位置并输出位置信息的 X 射线焦点位置控制部，根据检测部测出的数据、角度信息、移动量和焦点位置再现三维图像的图像再现部。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 一种 X 射线计算机层析摄影装置,通过 X 射线束扫描受检体,获得受检体内部三维图像,其特征在于,所述装置包括以下组成部分:

在一平面上沿圆形轨迹旋转,在相对于该旋转平面正交的方向上有多个 X 射线焦点(焦点位置)的 X 射线发生装置;

与所述 X 射线发生装置相对配置,并且在沿所述旋转平面周缘的方向和所述旋转平面正交方向这两个方向上二维排列有多个检测元件的 X 射线检测装置;

不改变所述 X 射线发生装置和所述 X 射线检测装置相互位置关系,驱动它们旋转,并输出角度信息的旋转控制装置;

使插入所述 X 射线发生装置和所述 X 射线检测装置之间的空间的受检体对所述 X 射线发生装置和所述 X 射线检测装置作相对移动,在所述 X 射线发生装置旋转当中,所述 X 射线发生装置每旋转一圈,便沿所述旋转平面正交方向移动至少在上述各检测元件旋转平面正交方向跨越一个检测元件宽度的距离,并且输出表示所述距离的移动量信息的移动装置;

随所述旋转控制装置的旋转驱动,依次切换所述 X 射线发生装置多个焦点位置,并输出焦点位置信息的 X 射线焦点位置控制装置;

根据从所述 X 射线检测装置得到的数据,所述旋转控制装置得到的角度信息,所述移动装置得到的焦点位置信息,对所述数据逆投影为螺旋形状,再现与受检体有关的三维图像的图像再现装置。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述 X 射线检测装置将个数与焦点位置数相当的所述检测元件排列在与所述 X 射线

发生装置各焦点位置相对的位置上。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述 X 射线发生装置每旋转一圈,所述移动装置使受检体移动与所述 X 射线检测装置在所述旋转平面正交方向上的宽度相当的距离或与该宽度 2 倍相当的距离。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述 X 射线发生装置是由绕与所述旋转平面正交的轴旋转的旋转阳极圆筒,使电子束与该圆筒碰撞产生 X 射线束的电子束碰撞装置,使所述电子束在所述旋转阳极圆筒的轴向偏转的偏转装置所组成的 X 射线管。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述 X 射线管偏转装置做成将相反方向上产生磁通的 2 个磁场偏转线圈,串列配置于所述电子束碰撞装置与所述旋转阳极圆筒之间,使所述旋转阳极圆筒的轴与所述磁通正交;通过切换所述 2 个磁场偏转线圈的磁通方向,使电子束偏转时垂直照射到所述旋转阳极圆筒上。

6. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述 X 射线发生装置是由绕与所述旋转平面正交的轴旋转的旋转阳极圆筒,使电子束与该圆筒分别不同的位置碰撞产生 X 射线束的两个电子束碰撞装置,分别使两束电子束在所述旋转阳极圆筒的轴向分别偏转的两个偏转装置所组成的 X 射线管,而且所述 X 射线发生装置交替发射两束偏转电子束。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述 X 射线管的两个偏转装置分别做成将相反方向上产生磁通的 2 个磁场偏转线圈,串列配置于所述电子束碰撞装置与所述旋转阳极圆筒之间,使所述旋转阳极圆筒的轴与所述磁通正交;通过切换所述 2 个磁场偏转线圈的磁通方向,使电子束偏转时垂直照射到所述旋转阳极圆筒上。

8. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述装置包括移动式准直仪,该准直仪与所述 X 射线焦点位置控制装置的焦点位置切

换相关联移动,将所切换的焦点位置的X射线照射范围限制在所述X射线检测装置的所述旋转平面正交方向宽度以内。

9. 如权利要求8所述的装置,其特征在于,所述移动式准直仪包括在圆筒附近形成多个缝隙的圆板,以规定速度旋转驱动所述圆盘的驱动装置和检测所述圆盘旋转状态的传感器;所述X射线焦点位置控制装置与所述旋转状态连动切换焦点位置。

10. 如权利要求9所述的装置,其特征在于,所述移动式准直仪包括两片圆板,并做成各片圆板的一部分重叠,而且所述圆板各自的缝隙在所述X射线发生装置的各焦点位置上重合。

说明书

X 射线计算机层析摄影装置

本发明涉及在医疗和工业领域通过用 X 射线束扫描受检体获得受检体内部三维图像的 X 射线 CT(计算机层析摄影)装置,尤其涉及进行螺旋状扫描(螺旋扫描)的 X 射线 CT 装置。

X 射线 CT 装置对于受检体的某一平面(切片面),从该平面内 360° 各个方向照射 X 射线束,检测该透过 X 射线强度,获得来自 360° 各个方向的投影数据,通过对该投影数据逆投影,再现该切片面上的 X 射线吸收率分布(断层像)。要获得 X 射线束在 360° 方向上的投影数据,通常使 X 射线管在受检体周围上述切片面上沿圆形轨迹旋转,将该 X 射线管所产生的 X 射线束向旋转中心轴辐射。接下来设法在该旋转中心轴附近配置受检体,由与 X 射线管隔着受检体相对配置的 X 射线检测器,来检测透过受检体的 X 射线。由此便可进行 X 射线束对于受检体上述切片面的扫描,获得投影数据。X 射线检测器采用多个检测元件排列形成部分圆弧,做整体旋转,并保持与 X 射线管隔着受检体相向配置的位置关系不变,或者将许多检测元件固定不动地配置于整个圆周上。

根据提高 X 射线利用效率的观点,最好将该 X 射线检测器的检测元件在与上述切片面正交的方向上也做成多列并排的二维阵列。现在市场推出的具体的 X 射线 CT 装置的例子,已知有检测元件并排成 2 列,可同时采集 2 个切片数据的装置。此外,还在试制采用 X 射线图像增强器作为 X 射线检测器,做到不论切片面方向还是与之正交的方向都可以连续检测 X 射线入射位置的 X 射线 CT 装置。

最近还知道有所谓的螺旋扫描型 X 射线 CT 装置。它是一种一

边旋转 X 射线管, X 射线按圆周方向扫描, 一边沿与切片面正交的方向移动受检体, 从而由 X 射线束对不只是如上所述的一个切片面, 而是对与之正交的方向上具有某一宽度的三维空间作螺旋型扫描, 将采集的数据逆投影为螺旋形状, 从而再现与受检体有关的三维图像的装置。

若采用上述将检测元件形成二维阵列的 X 射线检测器来构成螺旋扫描型 X 射线 CT 装置的话, 便为图 1 所示的结构。如图 1 所示, 龙门 10 内置有单焦点 X 射线管 17 和 X 射线检测器 12, 龙门 10 的中央部分设有隧道部(图中省略)。而且由未图示的旋转支持部支持, 一边保持 X 射线管 17 与 X 射线检测器 12 隔着该隧道部而处于相对位置的位置关系, 一边做整体旋转。本例当中, 通过沿上述旋转圆周所形成的平面的法向并排设置 5 列 X 射线检测元件, 构成 X 射线检测器 12。受检体 41 载置于床体 42 的床面上, 通过该床面的移动(沿图面左右方向), 将受检体 41 插入龙门 10 的隧道部。

这里假定 X 射线管 17 与 X 射线检测器 12 所旋转的平面(切片部)为 X-Y 面, 与该面正交的方向(旋转中心轴方向)为 Z 的话, 该 Z 方向为受检体 41 的体轴方向, 即插入受检体 41 的方向。X 射线管 17 与 X 射线检测器 12 旋转过程中受检体 41 沿 Z 向移动的话, 就变成如图 2 所示, 由 X 射线管 17 出射的 X 射线束对于受检体 14 进行螺旋型扫描, 因而获得的不只是与受检体 41 的体轴正交的一个切片面, 而是对于体轴方向具有某一厚度的整个立体获得 X 射线透过数据。这时螺旋扫描的节距不可以如图 1 所示的 X 射线检测器 12 的总体宽度(Z 向宽度)D 那么大(粗), 而是如图 2 所示为一个检测元件宽度 d 那么小。因此, 象这样按螺旋型获得的数据投影为螺旋形状的话, 就可以再现上述扫描范围内受检体 41 的三维图像。

如上所述的现有结构如图 1 所示, 是以 X 射线管 17 的一点 F0 为焦点产生 X 射线束, 从该焦点 F0 出射的呈圆锥状弥散的 X 射线

束入射到 5 列检测元件组成的 X 射线检测器 12 上,获得数据的。因而螺旋扫描的节距变粗的话,数据取得方向(X 射线束方向)未垂直入射至 Z 轴的 X 射线束所产生的数据就包含很多,因而有再现图像中发生假像(artifact)的问题。因此,综上所述不可以加大螺旋扫描的节距,因而要想获得在体轴方向有一定长度的三维区域的数据时,扫描就需要很长时间。

本发明针对上述问题,其目的在于提供一种可以避免再现图像中产生假像,并且通过加大螺旋扫描节距,在短时间内结束螺旋扫描的 X 射线 CT 装置。

本发明为了达到此目的,采用以下构成。

本发明是一种用 X 射线束扫描受检体,获得受检体内部三维图像的 X 射线 CT 装置,所述装置包括以下组成部分:

在一平面上沿圆形轨迹旋转,并在相对该旋转平面正交的方向上有多个 X 射线焦点(焦点位置)的 X 射线发生装置;

与所述 X 射线发生装置相对配置,并且在沿所述旋转平面周边的方向和与所述旋转平面正交的方向这两方向上,二维排列有多个检测元件的 X 射线检测装置;

保持所述 X 射线发生装置以及所述 X 射线检测装置相互位置关系不变,驱动它们旋转,并输出角度信息的旋转控制装置;

在所述 X 射线发生装置旋转过程中,使所述 X 射线发生装置与所述 X 射线检测装置之间空间插入的受检体相对于所述 X 射线发生装置和所述 X 射线检测装置在所述旋转平面正交的方向上移动,所述 X 射线发生装置每旋转一圈,其移动距离至少在所述各检测元件旋转平面正交方向跨越一个检测元件的宽度,并且输出表示所述距离的移动量信息的移动装置;

根据所述旋转控制装置的旋转驱动,依次切换所述 X 射线发生装置多个焦点位置,并输出焦点位置信息的 X 射线焦点位置控制装

置；

根据所述 X 射线检测装置得到的数据,所述旋转控制装置得到的角度信息,所述移动装置得到的移动量信息,以及所述 X 射线焦点位置控制装置得到的焦点位置信息,将所述数据逆投影为螺旋状,再现与受检体有关的三维图像的图像再现装置。

具有多个 X 射线焦点(焦点装置)的 X 射线发生装置和与 X 射线发生装置相对配置的 X 射线检测装置可以由旋转控制装置驱动旋转,旋转时相互位置关系不变。旋转控制装置旋转驱动过程中,移动装置使受检体相对于 X 射线发生装置以及 X 射线检测装置作相对移动。也就是进行螺旋扫描。该受检体的相对移动量等于 X 射线发生装置每旋转一圈,至少在 X 射线检测装置各检测元件旋转平面正交方向跨越一个检测元件的宽度(此移动距离称为螺旋扫描的节距)。此时 X 射线焦点位置控制装置随旋转控制装置的旋转驱动,依次切换 X 射线发生装置的多个焦点位置。

具体来说,根据旋转控制装置的 X 射线发生装置和 X 射线检测装置的旋转驱动,依次切换 X 射线发生装置多个焦点位置,由此,即使加大螺旋扫描的节距,X 射线发生装置处于某个旋转角度的 X 射线焦点在受检体移动方向上的位置(焦点位置),也并不是按每一这种节距分散开的,而是每一节距内有多个 X 射线焦点。因而,这意味着即使加大螺旋扫描节距,由 X 射线检测装置检测的 X 射线束方向的倾斜,即投影数据取得方向的倾斜也不变大。因而,采用该投影数据再现的图像不发生假像。

而且,本发明装置最好是,所述 X 射线检测装置在所述 X 射线发生装置各焦点位置的相对位置上排列个数与焦点位置数相当的所述检测元件来构成。

通过在 X 射线发生装置各焦点位置的相对位置上排列个数与焦点位置数相当的 X 射线检测装置检测元件,各焦点位置出射的 X

射线束便垂直入射到相对应的各检测元件,因而采用投影数据再现出的图像不发生假像。

而且,本发明装置最好是,所述移动装置每当所述X射线发生装置旋转一圈,就使受检体移动相当于所述X射线检测装置在所述旋转平面正交方向上宽度的距离,或是相当于该宽度2倍的距离。

X射线发生装置每旋转一圈,使X射线发生装置和X射线检测装置同受检体的相对移动相当于X射线检测装置旋转平面正交方向宽度或2倍该宽度的距离,再现图像也没有假像发生。因而,受检体在体轴方向上的移动速度(扫描速度)加快,可以在受检体体轴方向以较短时间对具有更大厚度的三维区域整体作螺旋扫描。

此外,本发明装置最好是,所述X射线发生装置包括以下组成:绕与所述旋转平面正交的轴旋转的旋转阳极圆筒;使电子束与该圆筒碰撞,以产生X射线束的电子束碰撞装置;使所述电子束在所述旋转阳极圆筒轴向上偏转的偏转装置。

采用旋转阳极圆筒作为具有多个焦点的X射线发生装置,并以静电方式或电磁方式使与此碰撞的电子束偏转,来构成X射线管的话,就可以在实际应用中极为容易地实现。

而且,本发明装置最好是,所述X射线管的偏转装置将相反方向上产生磁通的2个磁场偏转线圈串列配置在所述电子束碰撞装置与所述旋转阳极圆筒之间构成,以便所述旋转阳极圆筒的轴与磁通正交,通过切换所述2个磁场偏转用线圈的磁通方向,使电子束垂直照射到所述旋转阳极圆筒的同时偏转。

电子束碰撞装置照射的电子束通过串列配置在电子束碰撞装置与旋转阳极圆筒之间的两个磁场偏转线圈,由最初的磁场偏转线圈使轨迹按规定曲率偏转,然后由后一线圈使轨迹按最初偏转方向的逆向偏转,电子束就可对旋转阳极圆筒垂直照射。因而,可以使该X射线管照射的电子束截面形状不论焦点位置如何基本呈圆形这种规

定形状。因而,可以防止电子束截面呈椭圆等形状,不至于使再现图像质量变差。

而且,本发明装置最好是,所述X射线发生装置为包括以下组成的X射线管:绕与所述旋转平面正交的轴旋转的旋转阳极圆筒;使电子束与该圆筒分别不同位置碰撞以产生X射线束的2个电子束碰撞装置;分别使所述2束电子束分别在所述旋转阳极圆筒的轴向偏转的2个偏转装置,而且该X射线发生装置使2束偏转电子束交替发射。

通过具备2个电子束碰撞装置交替发射2束偏转电子束,就可以在某一电子束依次切换焦点位置,回归最初焦点位置的方向转换期间,依次切换另一电子束的焦点位置来照射电子束。因而,在时间方向可以高效率地进行数据采集。此外,若使2束偏转电子束各自的能量不同(高能量与低能量),就可以获得得各不相同的X射线CT像,从而能够很容易获得在临床上有意义的图像。

此外,本发明装置最好是,所述X射线管的2个偏转装置分别将互相相反方向上产生磁通的2个磁场偏转线圈串列配置在所述电子束碰撞装置与所述旋转阳极圆筒之间构成,以便所述旋转阳极圆筒的轴与磁通正交,并通过切换所述2个磁场偏转线圈的磁通方向,使电子束垂直照射到所述旋转阳极圆筒的同时偏转。

本发明装置最好还包括一移动式准直仪,同所述X射线焦点位置控制装置对焦点位置的切换相关联移动,只将所切换的焦点位置的X射线照射范围限制在所述X射线检测装置的所述旋转平面正交方向的宽度以内。

超出X射线检测装置宽度的照射不仅没有意义,而且造成过多的X射线检测装置检测不到的这种X射线束,即杂散一次X射线束对受检体过剂量的X射线曝射。因此可以由移动式准直仪减少杂散一次X射线的比例,来防止对受检体过剂量的X射线曝射。

本发明装置,最好所述移动式准直仪包括在圆周附近形成多个缝隙的圆板,以规定速度旋转驱动所述圆板的驱动装置,和检测所述圆板旋转状态的传感器,而且所述 X 射线焦点位置控制装置随所述旋转状态连动切换焦点位置。

移动式准直仪的移动需要与焦点位置的切换同步。因此,形成有缝隙的圆板由驱动装置旋转驱动,由传感器检测这种旋转。X 射线焦点位置控制装置与该检测出的旋转状态连动,切换 X 射线发生装置的焦点位置。只要用驱动装置旋转驱动圆板,就可以移动缝隙,从而能以简单的结构成移动式准直仪。

本发明装置,最好所述移动式准直仪具有 2 片所述圆板,并重叠构成为各个圆板的一部分重合,而且构成为所述圆板各自的缝隙在所述 X 射线发生装置各焦点位置上重合。

圆板只是一片时,随着圆板的旋转,缝隙由于朝向相对于 X 射线检测装置各元件倾斜方向,因而对称性变差。具体来说,对于当中部分的焦点位置和该焦点位置两端方向的焦点位置而言,焦点位置离开当中部分,所以准直效率变差。因此,通过将 2 片圆板重合,就可以使当中部分焦点位置的缝隙形状与该焦点位置两端方向的焦点位置的缝隙形状的差异尽可能小。因而能够改善准直仪的对称性。

为便于说明,图示了目前认为较佳的若干形态,但应理解,本发明并不由如图所示组成和方案限定。

图 1 是现有例的模式化 X 射线 CT 装置截面图。

图 2 是示出现有例螺旋扫描的模式化侧面图。

图 3 是本发明一实施例的模式化斜视图。

图 4 是该实施例的模式化截面图。

图 5 是示出该实施例螺旋扫描的模式化侧面图。

图 6A 和 6B 是示出 Z 方向焦点位置的模式图。

图 7A 和 7B 是示出 X 射线焦点移动轨迹例子的模式图。

图 8 是表示 X 射线发生量变化的时间图。

图 9 是表示该实施例的控制和数据采集处理子系统的模式图。

图 10A 和 10B 是示意该实施例 X 射线束的模式图。

图 11A 和 11B 是示意现有例 X 射线束的模式图。

图 12 是示意本发明另一实施例 X 射线束的模式图。

图 13 是模式化表示一例 X 射线管的截面图。

图 14 是从另一方向观看的图 13 X 射线管模式化表示的截面图。

图 15 是表示另一例偏转装置的模式化斜视图。

图 16 是模式化表示另一例 X 射线管的截面图。

图 17 是表示采用图 16 的 X 射线管时 X 射线焦点移动轨迹例子的模式图。

图 18 是采用移动式准直仪另一实施例的模式图。

图 19 是表示移动式准真仪组成例的平面模式图。

图 20 是表示移动式准直仪另一组成例的平面模式图。

以下根据附图详细说明本发明的较佳实施例。

第一实施例

以下参照附图详细说明本发明较佳的一个实施例。如图 3 所示，X 射线管 11 与 X 射线检测器 12 相对配置，一起旋转，保持该位置关系不变(旋转机构省略)。以该旋转圆周构成的平面为 X-Y 平面，与此平面正交的方向为 Z 方向。在 X 射线管 11 与 X 射线检测器 12 之间的空间，沿方向插入受检体 41。

X 射线管 11 做成沿 Z 向移动自如，使其 X 射线焦点位置变成 Z 向某个宽度 D 内内的各位置 F1—F5(后面参照图 13 以后的附图详细说明这种 X 射线管 11 的组成)。X 射线管 11 如上所述旋转，因而 X 射线焦点在环状带(此带是虚拟的)21 上移动。

X 射线检测器 12 具有一检测面，有效灵敏区 Z 向的总宽度为 D

(参见图4),在X-Y平面内呈圆弧状,在这样弯曲的检测面上排列着多个检测元件(本实施例中每一列为512个)。本实施例中各检测元件的有效灵敏区Z向宽度为 d ,该检测元件在Z方向上排成5列 $12_1—12_5$ ($d=D/5$)。因此构成为可同时采集5列(5层切片)每一列具有512个取样点的投影数据。

另外,X射线检测器12将个数与焦点位置数(5列)相当的各列检测元件 $12_1—12_5$,配置于与X射线管11各焦点位置 $F_1—F_5$ 相对位置上构成。通过这样构成,各焦点位置 $F_1—F_5$ 出射的X射线束垂直入射至相应的各检测元件,因而采用投影数据再现的图像中不发生假像。

该X射线11与X射线检测器12如图4所示置于龙门10内,龙门10内的中央部分设有隧道部(图中省略),X射线管11与X射线检测器12隔着该隧道部可由未图示的旋转装置保持,一边确保相对位置关系不变,一边一起旋转。由龙门10内配置的准直仪13使X射线束在受检体41体轴方向(切片厚度方向)上准直。受检体41载于床体42的床面上,通过在Z方向上移动该床面,使受检体14相对于龙门10的隧道部沿Z向移动。

这里,该受检体41的移动量定为X射线管11以及X射线检测器12每旋转一圈移动 D ,由此便如图5所示,进行节距为 D 的螺旋扫描。因此,观察处于某个旋转角度 β_n 时的X射线管11的话,X射线管11本身的位置如图6A所示,随螺旋扫描每次在Z方向移动距离 D 。但在X射线管11的内部,X射线焦点如上所述在焦点位置 $F_1—F_5$ 各位置高速移动,因而随这种节距为 D 的旋转扫描,Z向X射线焦点间隔还是为 d ($=D/5$),对于X射线焦点而言,与进行节距为 d 的螺旋扫描相同。另外,采用如图1所示现有的焦点位置固定的X射线管17时,该焦点 F_0 的Z向位置如图6B所示,与螺旋扫描节距 D 为相同间隔。

X 射线管 11 中,X 射线焦点(焦点位置)高速往复移动,该 X 射线管 11 在圆形轨道上移动,因而 X 射线焦点在图 3、图 7A 或图 7B 所示的带 21 的面上运动(其移动轨迹由 22、23 表示)。图 7A 中,仅在焦点位置以某一方向移动时(实线表示的去路)产生 X 射线,焦点位置以相反方向移动时(虚线表示的来路)停止 X 射线发生。图 7B 中,去路和来路都产生 X 射线。因而,X 射线不停,可有效利用。

当如图 7A 所示 X 射线时通时断时,X 射线发生量如图 8 所示。图 8 中, β_n 表示视角(如图 3 所示的 X 射线管 11 的旋转角度)。这里假定获得 360 个每 1° 视角的投影数据。就是说,X 射线管 11 旋转一圈中,在与 β_1 到 β_{360} 各个视角对应的 360 个期间 T1 内 X 射线通,这中间的期间 T2 则断。在期间 T1 内 X 射线焦点沿某一方向移动(去路),期间 T2 沿相反方向返回(来路)。再将期间 T1 细分成五等分的话,这五个细分期间使分别与焦点位置 F1、F2、F3、F4、F5 对应。

这种 X 射线管 11 的 X 射线通断控制如图 9 所示由 X 射线控制装置 32 控制。而该 X 射线管 11 的各个 X 射线焦点位置 F1—F5 则由 X 射线焦点位置控制装置 33 控制。在龙门 10 中使 X 射线管 11 与 X 射线检测器 12 旋转的旋转装置由旋转控制装置 31 控制,与床体 42 的床面移动有关的控制由床体控制装置 43 控制。而且,这些床体控制装置 43、旋转控制装置 31、X 射线控制装置 32 以及 X 射线焦点位置控制装置 33 由 CPU35 统一控制。

例如在 X 射线管 11 旋转角度为 1° 、应收集视角 β_1 数据的期间 T1 内,X 射线如图 8 所示处于通状态,X 射线焦点位置控制装置 33 在这期间 T1 内使 X 射线焦点从 F1 高速移动至 F5。因此,该 X 射线焦点位置控制装置 33 输出的表示 X 射线焦点处于哪一位置的焦点位置信息(或者也可以是将期间 T1 五等分的各个定时信号)送至 A/D 变换器 34。该 A/D 变换器 34 在每列 X 射线检测器 12 都设置。

这里,X射线检测器12如图3所示在Z方向排列有5列(12_1 — 12_5),所以A/D变换器34有5个。因此,在焦点位置处于F1的时间,同时由这5个A/D变换器34进行取样和A/D变换,将第一列至第五列各列同时获得的 5×512 个数据,连同来自X射线焦点位置控制装置33的焦点位置信息(这里用F1表示)、来自旋转控制装置31的角度信息(此时用 β_1 表示)和来自床体控制装置43的移动量信息(表示Z向受检体41的位置),送入数据采集存储器36。令在视角 β_1 、焦点位置F1采集的 5×512 个数据为($\beta_1, F1$)。

在焦点位置F2—F5重复与上述焦点位置F1时的数据采集相同的数据采集。于是,每圈在360个视角 β_1 — β_{360} 重复对焦点位置F1—F5的数据采集,获得与各个(β_n, F_i)(n 为0—360, i 为1—5)相应的 5×512 的二维数据。此外,还重复M次旋转进行这种数据采集(该旋转过程中受检体41每旋转一圈移动距离D)。

这样,当X射线管视角为 0° 时,如图10A所示,就可获得分别从5个焦点位置F1—F5发射,分别入射到5列X射线检测元件(12_1 — 12_5)的X射线束的共计25个投影数据。分别就受检测41中心轴附近的Z向各位置Z1—Z5来看便明白,可获得垂直通过该位置Z1—Z5的X射线束的数据。

接下来,X射线管视角为 180° 时,如图10B左侧所示,可获得分别从位于下侧的5个焦点位置F1—F5向上发射,分别入射到位于上侧的5列X射线检测元件(12_1 — 12_5)的X射线束的共计25个投影数据。此时受检体41在Z方向上向左侧移动了距离D/2,因而以该受检本作为参照的话,X射线束便向右侧偏移3D/2。

旋转到 360° 时,如图10A右侧所示,接下来再在些基础上旋转 180° 时(即从最初开始旋转了 540° 时),便如图10B右侧所示,从图10A、10B所示的这些X射线束可以看出,不论哪种旋转角度,对于受检体41中中心轴附近的Z1—Z12各位置来说,都获得了与Z轴

正交的 X 射线束的数据。

将这种 X 射线透过数据采集到数据采集存储器 36 中的话,图像再现装置 37 首先对 (β_n, F_i) 各自对应的 5×512 的二维数据进行二维卷积运算,然后,分别逆投影为原空间体积格子的各个格点。也就是说,沿取得数据的 X 射线束通过路径,分别逆投影 5×512 个数据。每旋转一圈就对各个 F_i 和 β_n 重复上述运算。在原空间各点上,通过从至少 180° 各方向对数据逆投影,重现这一点的图像数据。接着按每一圈重复 M 次这种操作,就能重现扣除 M 次旋转中扫描区域两端分别为 $D/2$ 的总宽度 D 后, Z 方向上宽度为 $D \times M$ 的区域的三维数据。

为了便于比较,说明如同以往(图 1)那样 X 射线焦点仅仅是一点 F_0 ,螺旋扫描节距为 D 的情况。前面说明过,这时随着螺旋扫描,对于某个视角如图 6B 所示,焦点间隔为 D。因此,视角为 0° 时,如图 11A 左侧所示,可采集从一点 F_0 向下辐射,入射到 5 列检测元件每一列的 X 射线的数据。视角为 180° 时,如图 11B 左侧所示,可采集 X 射线束处于向右偏移 $D/2$ 的位置,从下侧 F_0 点向上辐射,入射到 5 列检测元件每一列的 X 射线束的数据。 360° 时,处于相对图 11A 左侧 X 射线束向右偏移 D 的位置,与其左侧相同进行 X 射线束的数据采集。 540° 时,处于相对图 11B 左侧 X 射线束向右偏移 D 的位置,与其左侧相同进行 X 射线束的数据采集。

从这些图 11A、图 11B 可以清楚,若着眼于例如 Z 轴上 Z_5 与 Z_6 的中点附近,视角为 180° 附近可获得与 Z 轴正交的 X 射线束的数据,但通过该着眼点的 X 射线在其他视角下偏离与 Z 正交的方向。该着眼点在视角 90° — 270° 范围以内有 X 射线束通过,但视角为 90° 时只有焦点 F_0 所发射的 5 束 X 射线当中最右侧的一束通过该着眼点,视角为 270° 时只有焦点 F_0 所发射的 5 束 X 射线束当中最左侧的一束通过此着眼点。而且,这一结论适用于 Z 轴上所有点,所以

Z1—Z12 各切片面的至少 180° 以内的投影数据当中,严格意义上属于该切片面上的(与 Z 轴正交的)只不过是一个视角(180° 视角),其它所有视角的投影数据非但不与 Z 轴正交。而且与该正交方向有很大偏差。因此,若对这种 180° 以内投影数据进行逆投影再现图像的话,这种再现图像就会发生假像。

与此相反,使 X 射线焦点在各焦点位置 F1—F5 高速移动时,如上所述,不论何种旋转角度,就 Z 轴上 Z1—Z12 所有位置而言,都有沿 Z 轴正交方向通过该位置的 X 射线存在,所以不论 Z1—Z12 哪一切片面,再现它的 180 个(180° 的各个视角)投影数据必然分别包含严格意义上平行通过该切片面的 X 射线束的数据。因而,对这种投影数据进行逆投影,再现 Z1—Z12 各切片面图像时,就可以避免上述再现图像的假像。

另外,上文将螺旋扫描的节距设为 D,若设为 $2D$ 时,X 射线束的情况就如图 12 所示。图 12 中, 0° 、 360° 与 180° 时 X 射线束不重叠(因为 180° 就错开 D),所以不必象图 10、图 11 中分别分开图示成 A、B 图。由该图 12 可知,即便将螺旋扫描节距设为 $2D$,对于所有的切片面,不论何种视角,必然包含通过该切片并且与 Z 轴成直角的 X 射线束的投影数据。因此,这时与螺旋扫描节距设为 D 的时候相同,可以排除再现图像的假像。另外,这时可以重现扣除 M 次旋转中扫描区域两端分别为 D 的总宽度 $2D$ 后,Z 方向宽度为 $D \times (2M-1)$ 的区域的三维数据。

这里,可以如图 13,图 14 那样构成如上所述能在切片面厚度方向上高速移动焦点的 X 射线管 11。图 13 是模式化表示该 X 射线管 11 的截面图,图 14 是从其它方向看相同 X 射线管 11 的模式化截面图。这些图当中,设法使灯丝 51 产生的电子束经加速电极 52 和静电偏转电极板 53 与旋转阳极圆筒 54 碰撞。旋转阳极圆筒 54 配置为中心轴朝向 X 射线管 11 旋转平面正交的方向,并设定以此中心轴为

旋转中心轴进行旋转。电子束通过与旋转阳极圆筒 54 碰撞,产生 X 射线束,它经过准直器 14 在切片面以内方向上准直后,往受检体的方向辐射。

上述灯丝 51、加速电极 52、静电偏转电极板 53 和旋转阳极 54 如图 14 所示,装在真空管壳 55 内。旋转阳极圆筒 54 由轴承支承,可旋转,并由配置于管壳 55 外部的定子 57 带动转子 56 进行旋转驱动。该旋转阳极圆筒 54 的供电与通常的伞型旋转阳极圆盘相同,通过轴承进行供电(另外,假如是获取旋转阳极圆筒高速旋转的情况,也可以不用轴承供电,而用电刷供电和热电子辐射供电)。旋转阳极圆筒 54 的旋转轴同 X 射线管 11 与 X 射线检测器 12 的旋转轴(Z 轴)平行,因而可以设法避免过多的力加在该旋转阳极圆筒 54 的旋转支承机构(轴承)上。

静电场随加在静电偏转电极板 53 的电位大小和极性而变化,因而从其中穿过的电子束,偏转度也变化。同时,通过使加在该静电偏转电极板 53 的电位大小和极性高速变化,可以使电子束与旋转阳极圆筒 54 碰撞的位置如图 14 所示,在旋转阳极圆筒 54 的中心轴方向上移动,从而使 X 射线焦点位置在切片厚度方向上高速移动。

另外,要使电子束在旋转阳极圆筒 54 的中心轴方向上偏转,还可以采用磁场而非电场。例如,如图 15 所示采用磁场偏转线圈 58、59。这些磁场偏转线圈 58、59 串列配置在灯丝 51 与旋转阳极圆筒 54 之间,旋转阳极圆筒 54 的中心轴与磁通正交。而且,电子束根据这些线圈 58、59 中流过图示方向电流而偏转,若产生图中所示方向磁通(互相相反方向的磁通)的话,便如实线所示偏转,假如电流方向相反,磁通方向也相反,电子束路径如虚线所示。也就是说,由第 1 线圈 59 按规定曲率使轨迹弯曲,再由第 2 线圈 58 按线圈 59 弯曲方向相反方向使轨迹弯曲。象这样通过两个磁场偏转线圈,由磁场使电子束偏转,便可获得能够经常使电子束按直角与旋转阳极圆筒碰撞的

优点。由此,可以使电子束截面形状不论焦点位置如何均为大致圆形的规定形状,因而可以防止电子束截面形状随焦点位置而变成椭圆等造成再现图像质量变差。

图 16 示出的是 2 焦点式 X 射线管,它对应于一个旋转阳极圆筒具有两个图 13 所示的电子束发生装置(灯丝 51、加速电极 52、静电偏转电极板 53)。这种 X 射线管 51 可以从两个焦点同时产生 X 射线,但同时产生无法区别是哪一焦点出射的 X 射线束得到的数据,因而设法使 X 射线束在时间上交替发生。

两个焦点例如设法如图 17 所示沿轨迹 24、25 移动。对于某一焦点,如移动轨迹 24 的实线所示,在沿直线某一方向和其相反方向移动时产生 X 射线,如图中虚线所示,在进行方向转换(依次切换焦点位置之后电子束回归最初焦点位置)期间使 X 射线停止。对于另一焦点也相同,在移动轨迹 25 的实线部分所示的沿直线某一方向和其相反方向移动的时候产生 X 射线,在虚线所示的方向转换期间使 X 射线停止。而且,在某一焦点进行方向转换期间,进行另一焦点直线移动的话,就可在时间上交替高效地采集来自两个旋转角度的数据。而且,通过使加在加速电极 52 上的电压各不相同,来使两焦点各自产生的 X 射线能量有所不同的话,就可以获得一种临床方面有意义的两种能量的 X 射线 CT 像。

此外,若采用这种 2 焦点型 X 射线管 15,还可以有另一优点,即可以容易获得立体透视型透视像。具体来说,停止 X 射线管 15 与 X 射线检测器 12 的旋转,在使它们静止于一定旋转角度的状态下,只对受检体 41 进行 Z 向移动,将所采集的数据在该移动方向上并排的话,就可获得从两个焦点位置看到的(立体透视型)透视像。

而且,在 X 射线管 11 中使 X 射线焦点如上文所述在切片面厚度方向上高速移动时,将 X 射线照射范围限制于 X 射线检测器 12 的旋转平面正交方向宽度 D 以内的准直器 13,最好不是象上述那样

固定,而是对应于该焦点的移动进行移动。图 18 示出了采用移动式准直仪 16 的另一例。该移动式准直仪 16 做成为其在切片厚度方向的开口宽度让某一焦点产生的 X 射线仅于 X 射线检测器 12 有效灵敏度区域在切片厚度方向的宽度 D 内扩散(图 18 中示出的是焦点位于位置 F3 时的状态)。该开口对应于焦点的移动,按箭头所示往复移动。象这样将所产生的 X 射线限制于 X 射线检测器 12 的有效灵敏度区域 D 以内,可以减少进不了 X 射线检测器 12 的杂散一次 X 射线的比例,减轻 X 射线对受检体 41 的曝射。顺便说一下,如图 4 所示采用固定式准直仪 13 时,由于不得不使开口宽度较大,所以在例如相同焦点位置 F3 情况下,X 射线弥散得比 X 射线检测器 12 有效灵敏度区域宽度 D 大相当多,进不了 X 射线检测器 12 的杂散一次 X 射线的比例非常大。

这类移动式准直仪 16 可以如图 19 所示,将设有若干缝隙(射线透过孔)62 的旋转圆板(圆形射线屏蔽板)61 置于 X 射线管 11(或 15)的前面构成。缝隙 62 例如是 $20\text{mm} \times 100\text{mm}$ 左右的大小。圆板 61 配置于这样的位置,即 X 射线焦点从位置 F1 移动至 F5 时,缝隙 62 与该移动一致旋转移动的位置,并且按箭头所示旋转。由于这种旋转移动与 X 射线焦点的移动需要同步,所以靠电动机驱动来高速旋转圆板 61 时,由光电传感器 63(或移位编码器等)来检测该旋转,将此检测信号送至 X 射线焦点位置控制装置 33(图 9),使焦点位置的移动与该旋转同步。

也可以如图 20 所示,采用与圆板 61 相同构成的圆板 71,配置成这两圆板 61、71 的一部分在 X 射线焦点位置 F1—F5 处重叠,并构成为使之同步旋转。通过这样构成,与图 19 所示的移动式准直仪相比,通过两圆板 61、71 重叠部分的缝隙 62、72 相重合对 X 射线准直,所以能够改善这种准直的对称性。

本发明可以在不脱离其思想和实质的情况下以别的具体形式加

以实施,因而,本发明保护范围并非指以上说明,而是应参照所附权利要求。

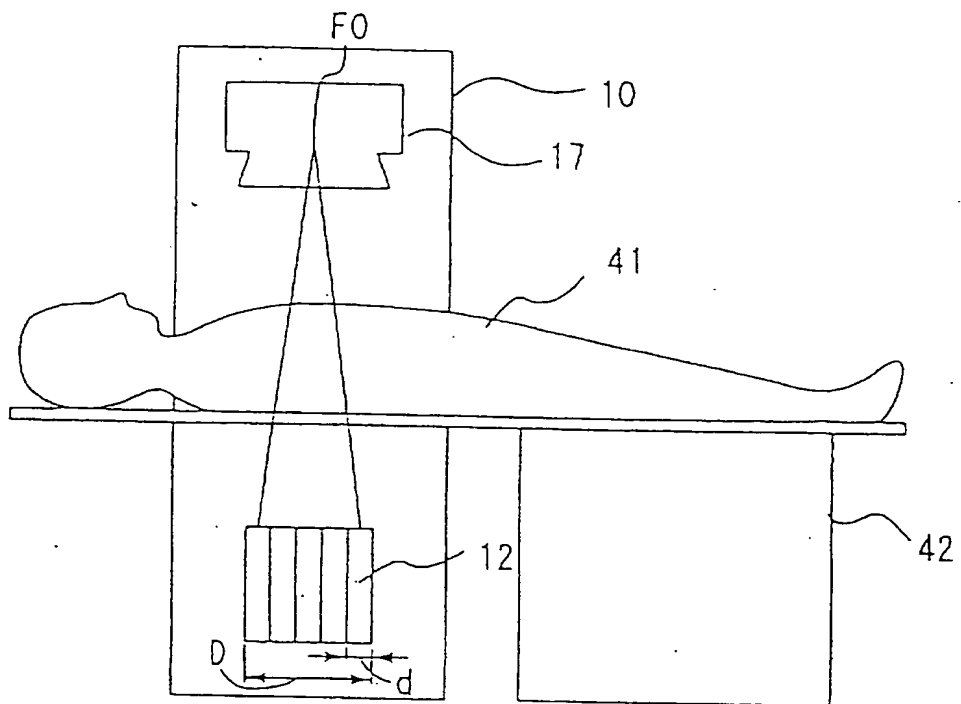


图 1

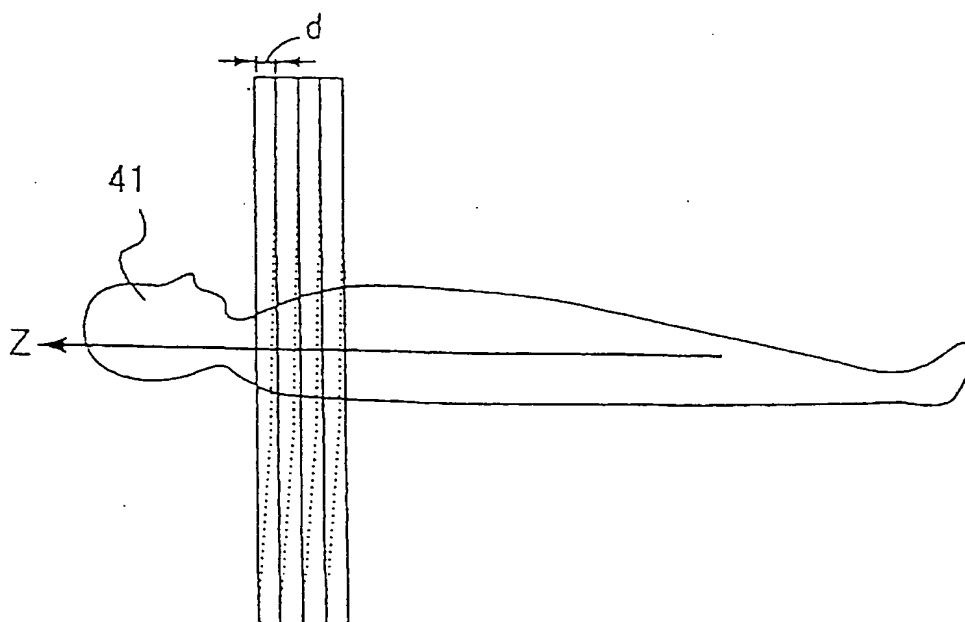


图 2

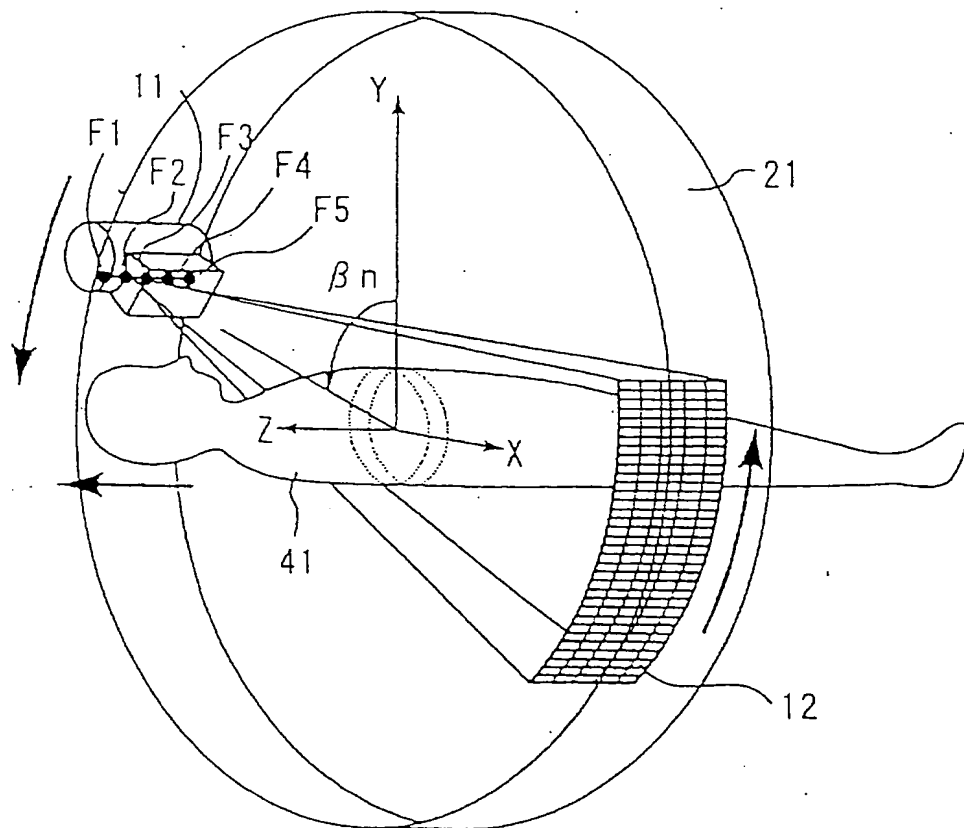


图 3

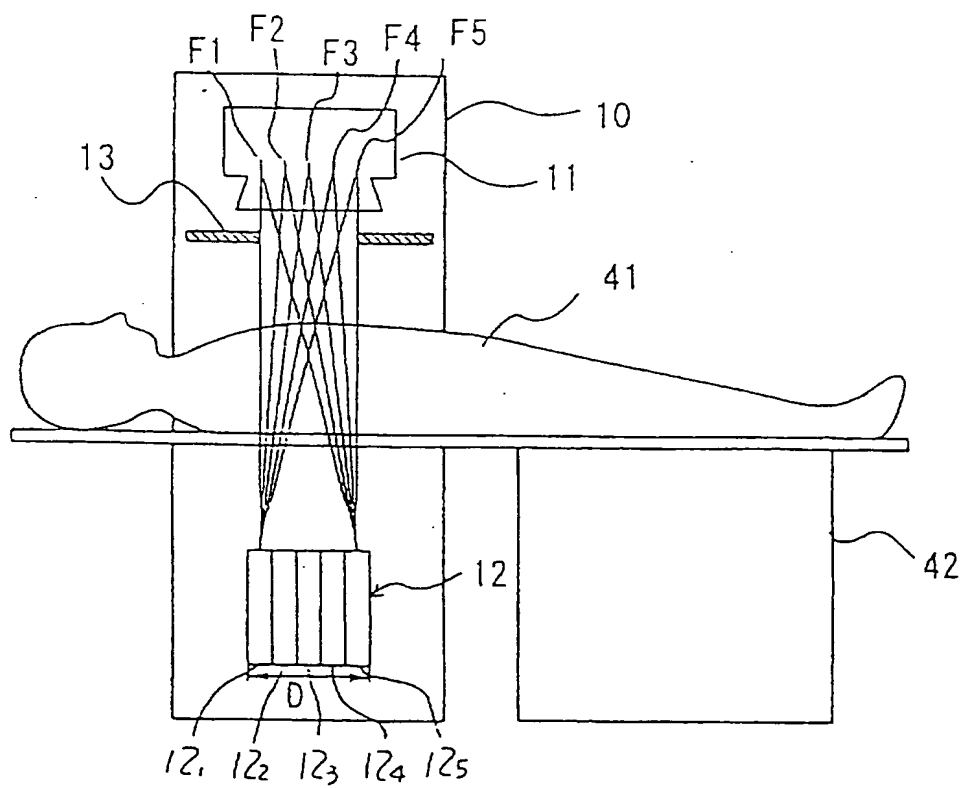


图 4

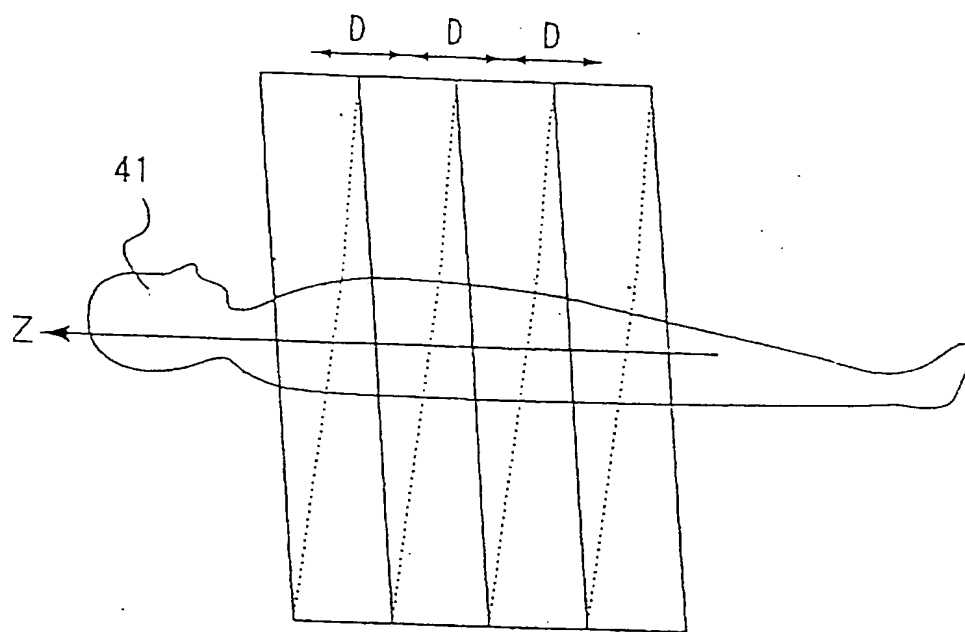


图 5

图 6A

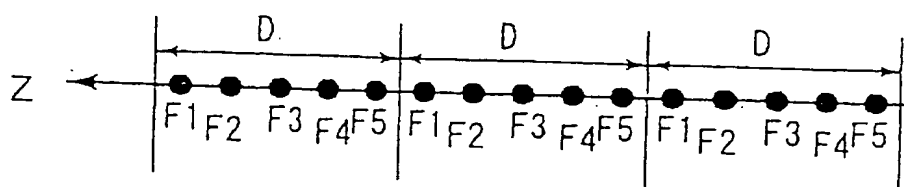


图 6B

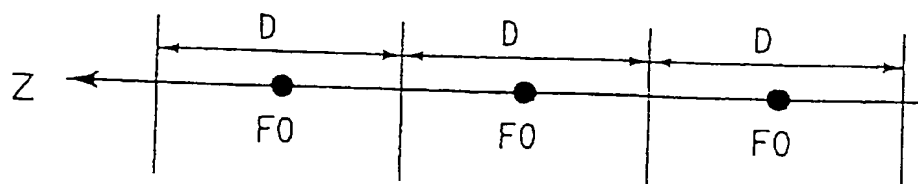


图 7A

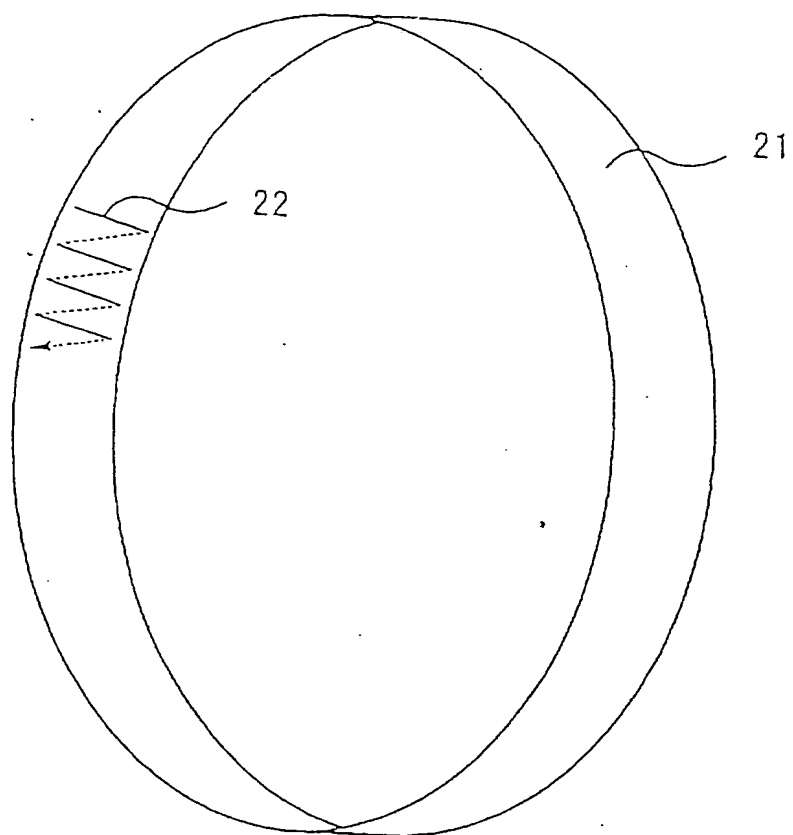
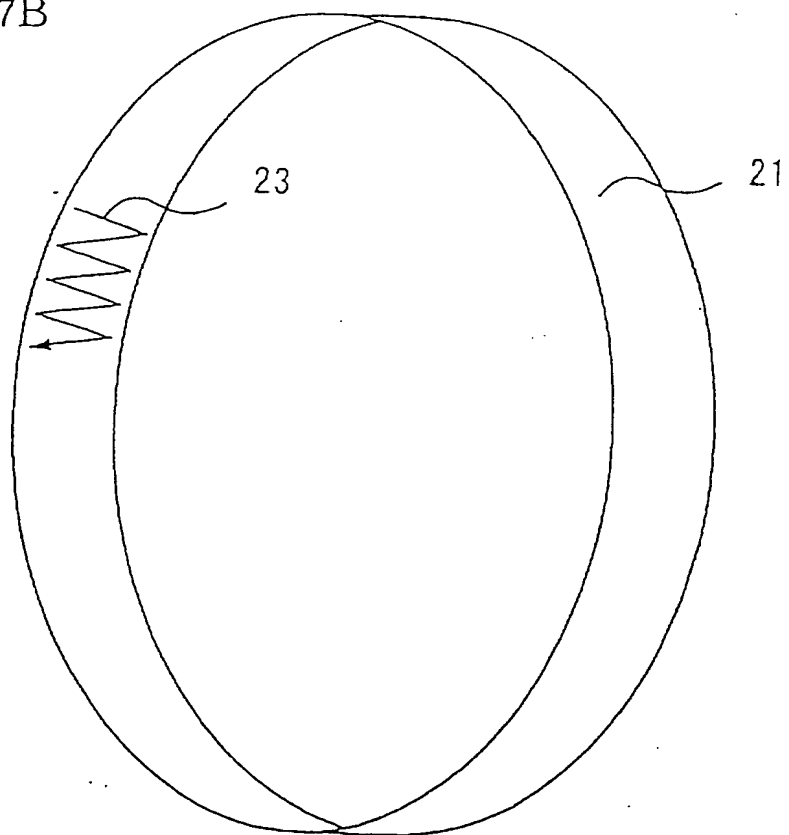


图 7B



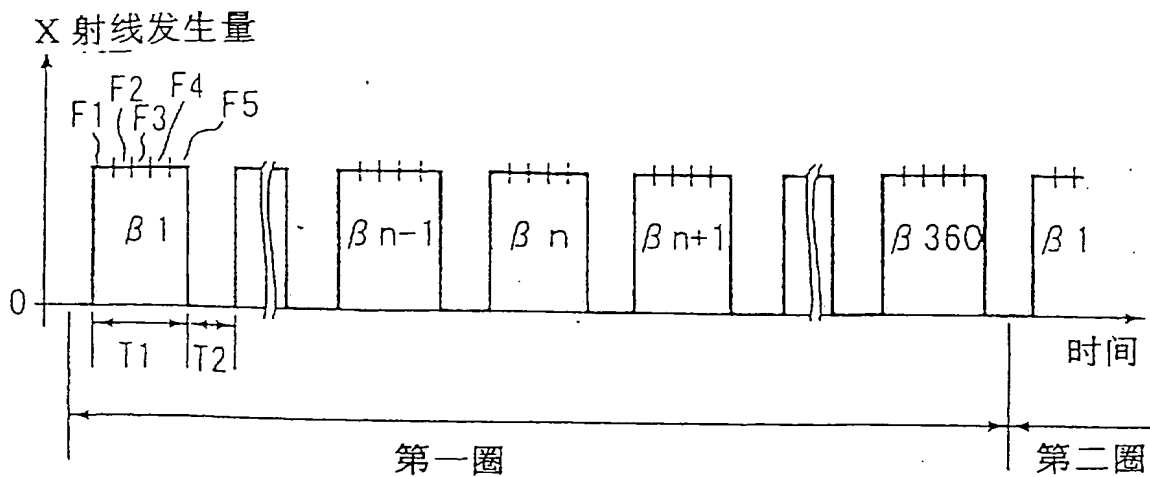


图 8

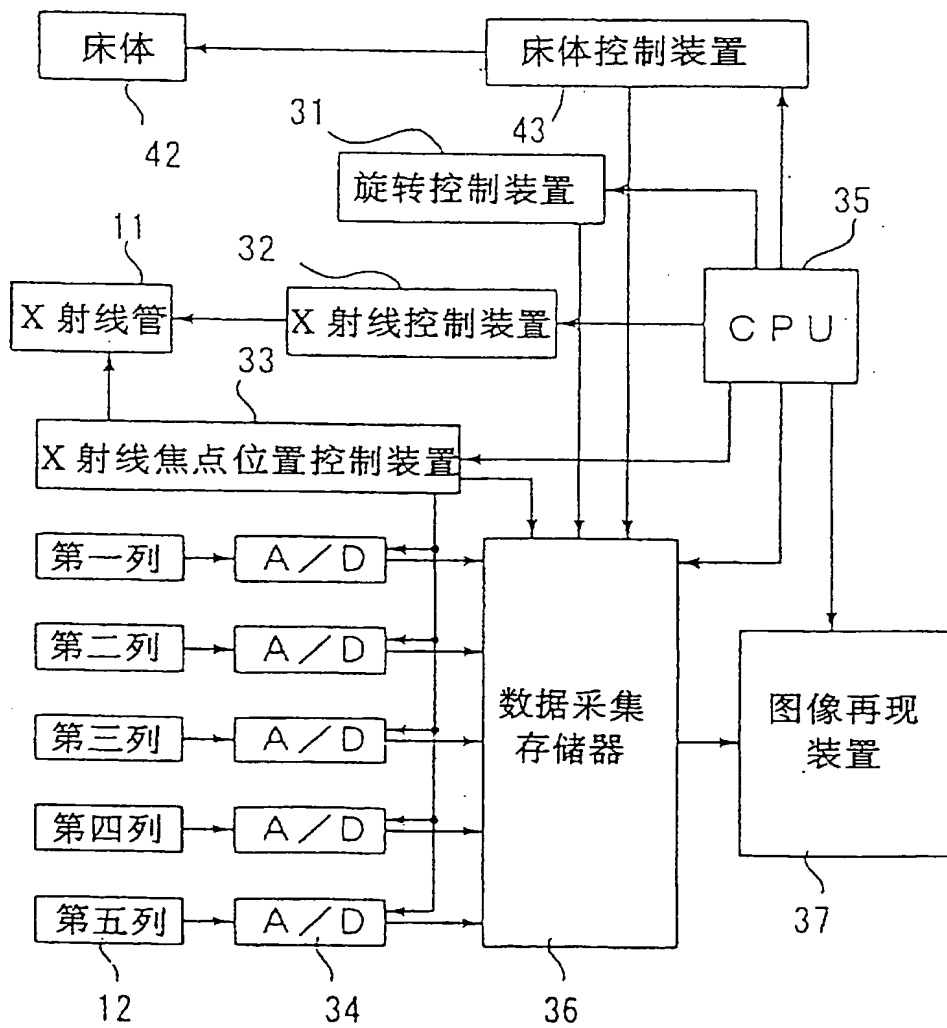


图 9

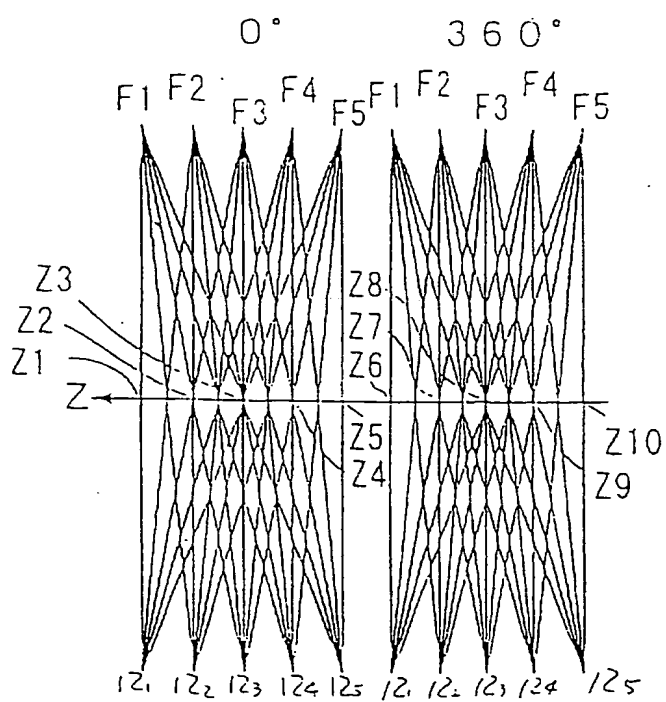


图 10A

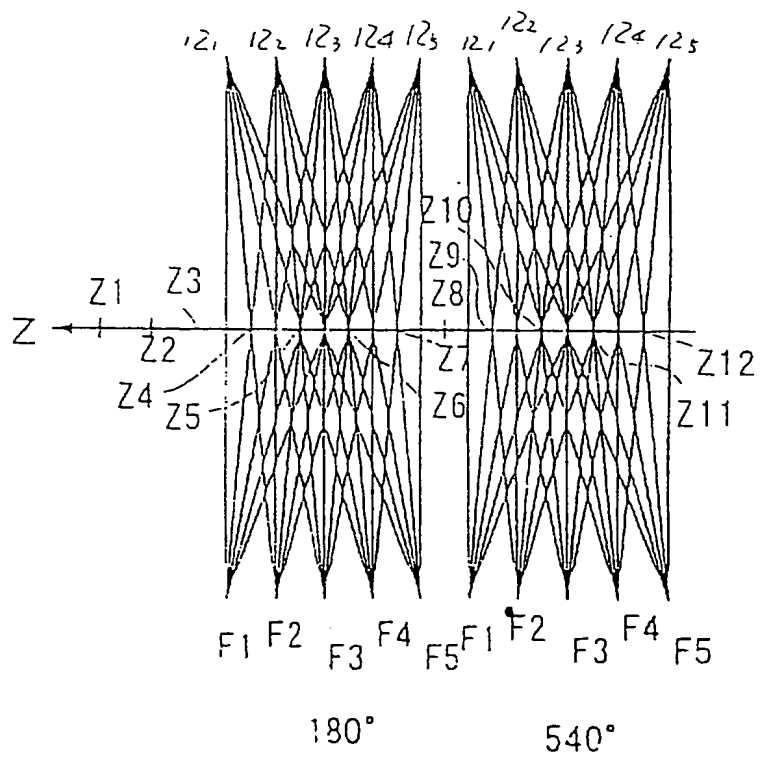


图 10B

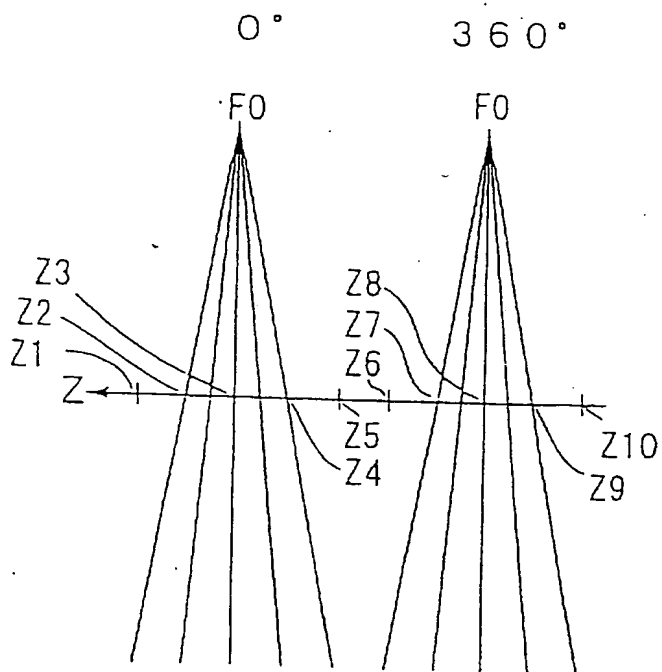


图 11A

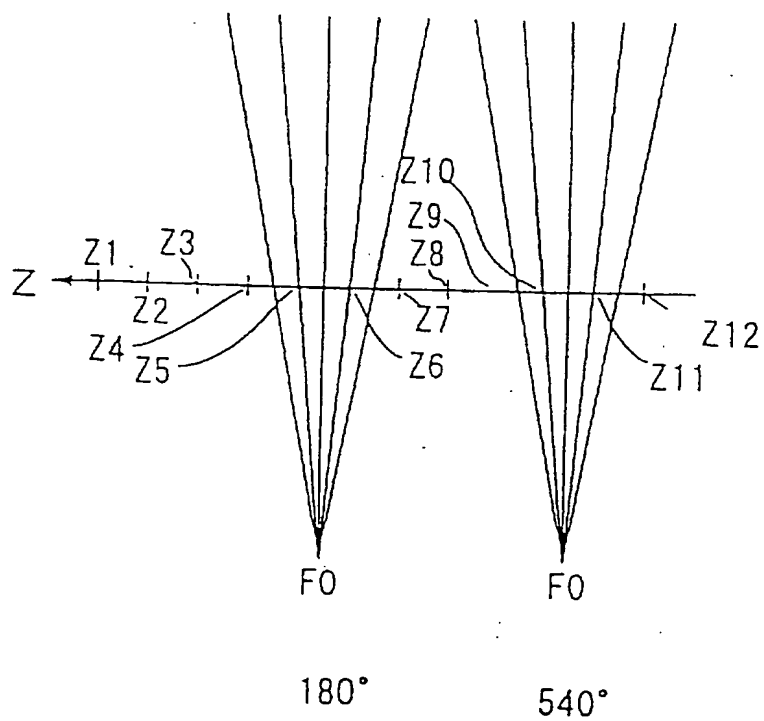


图 11B

图 12

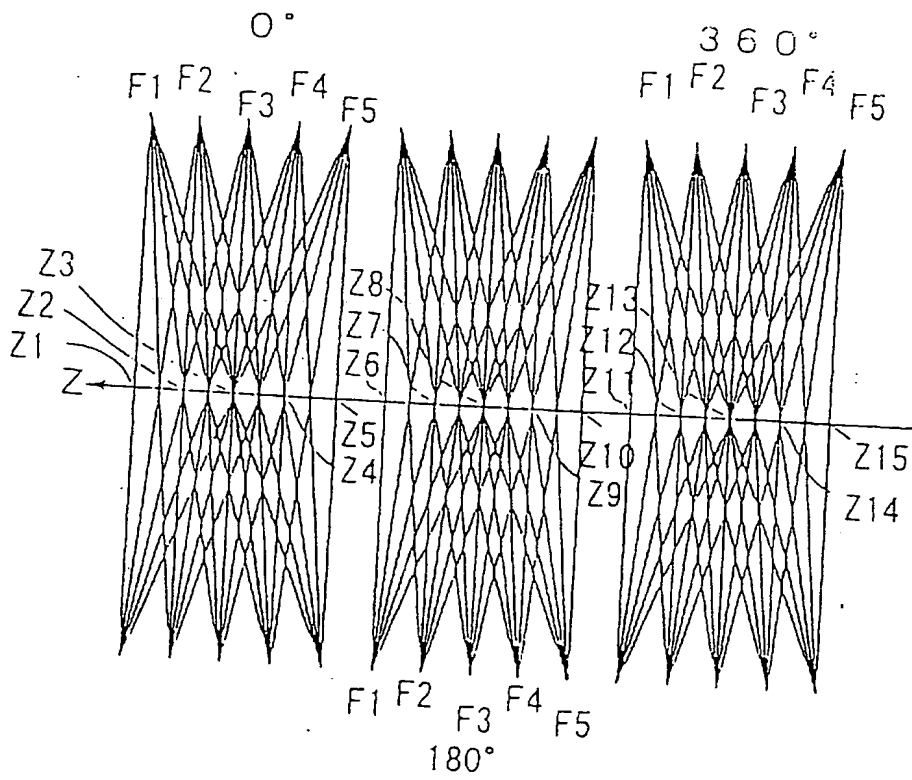
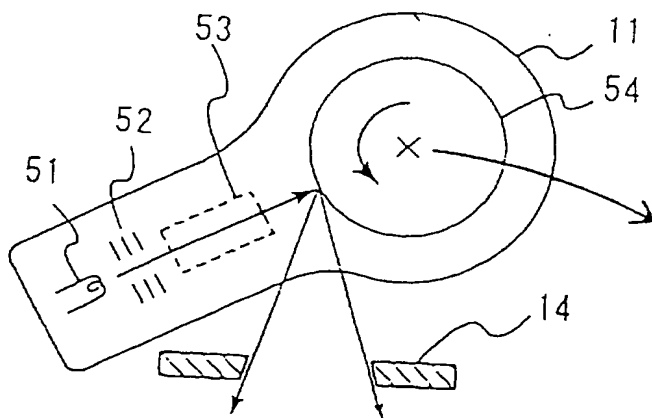


图 13



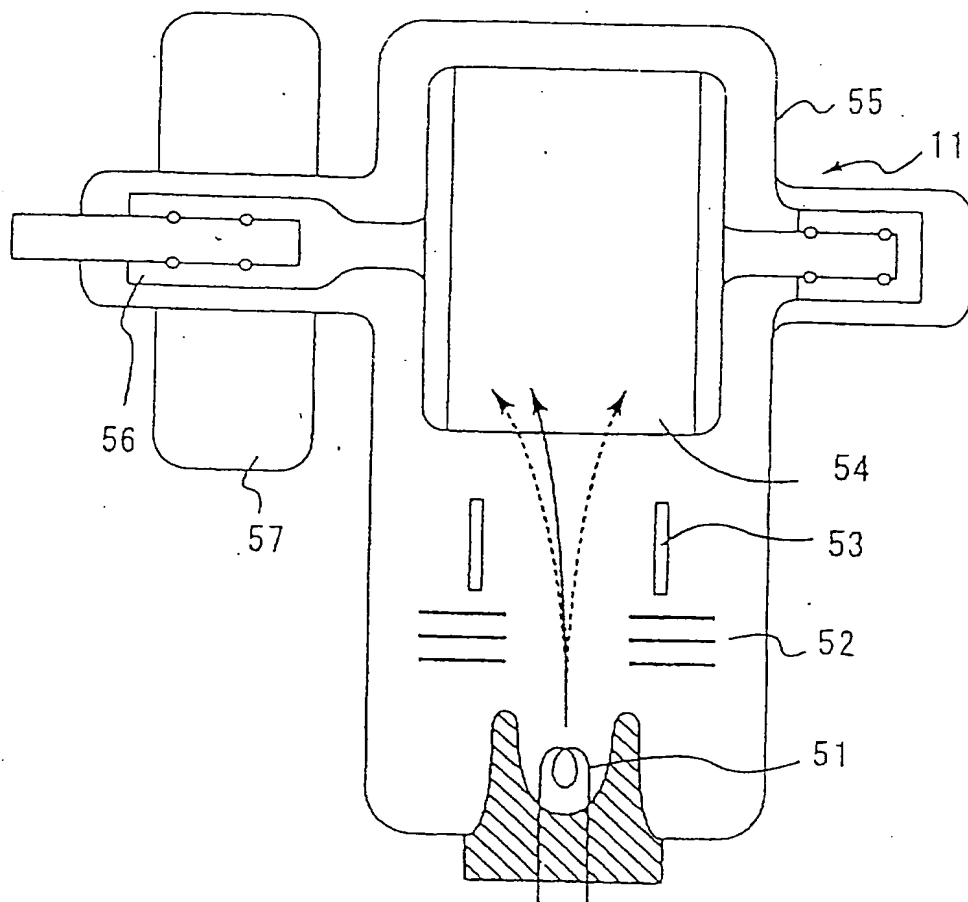


图 14

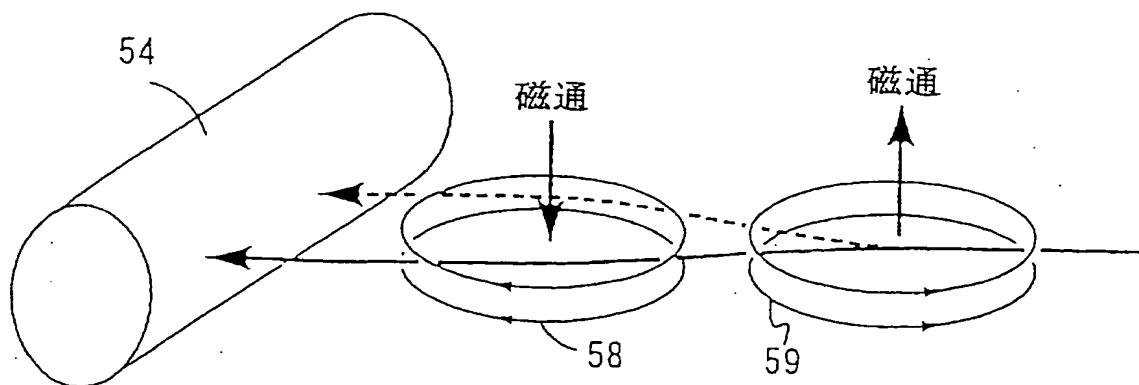


图 15 :

图 16

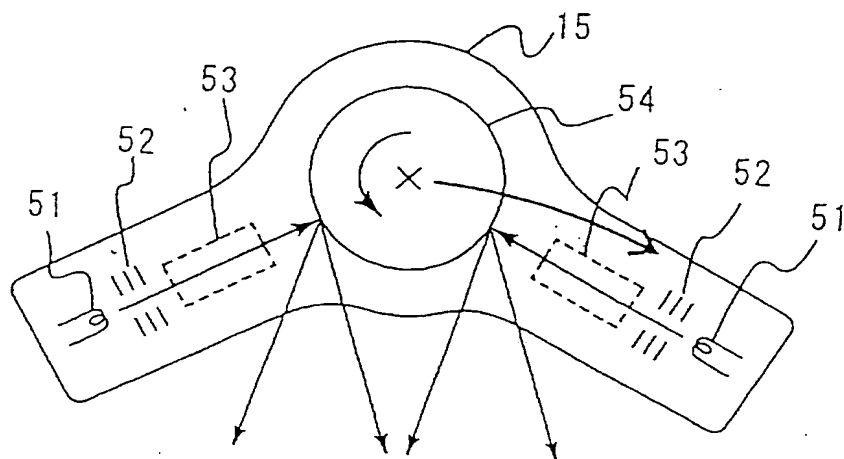
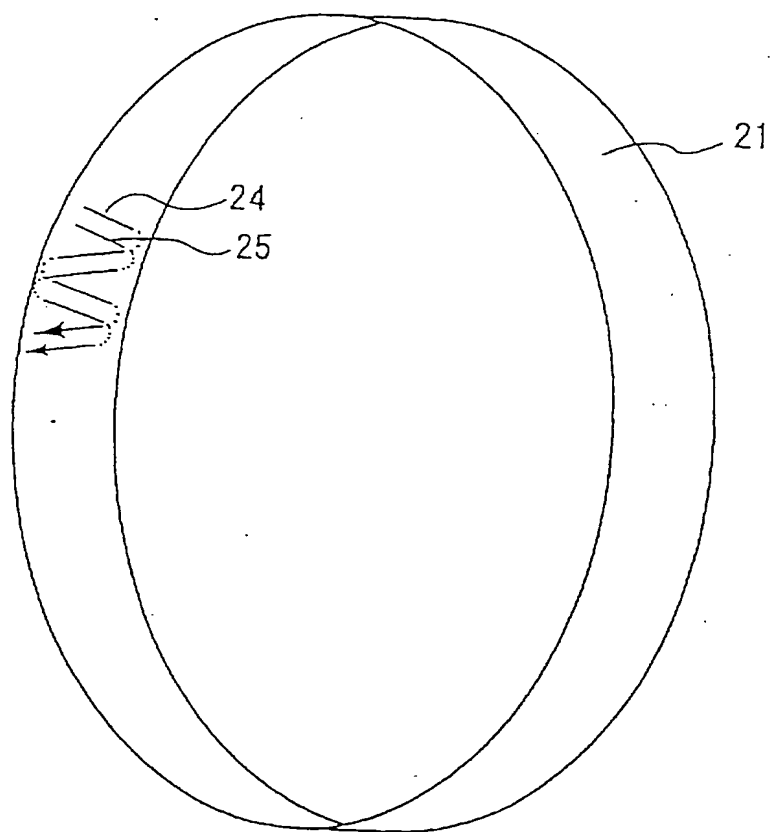


图 17



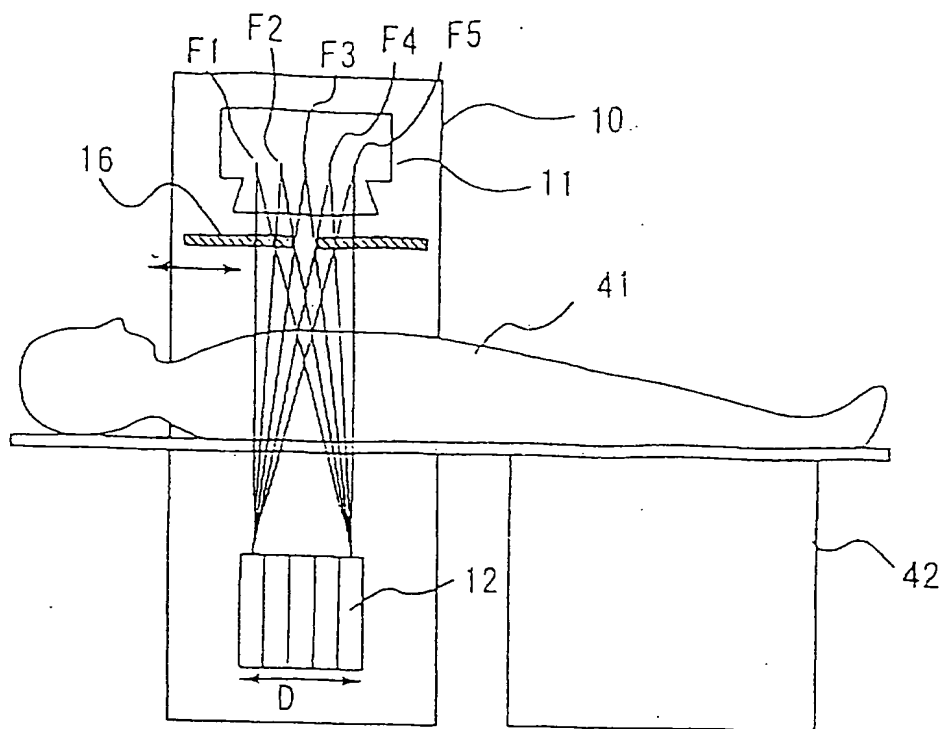


图 18

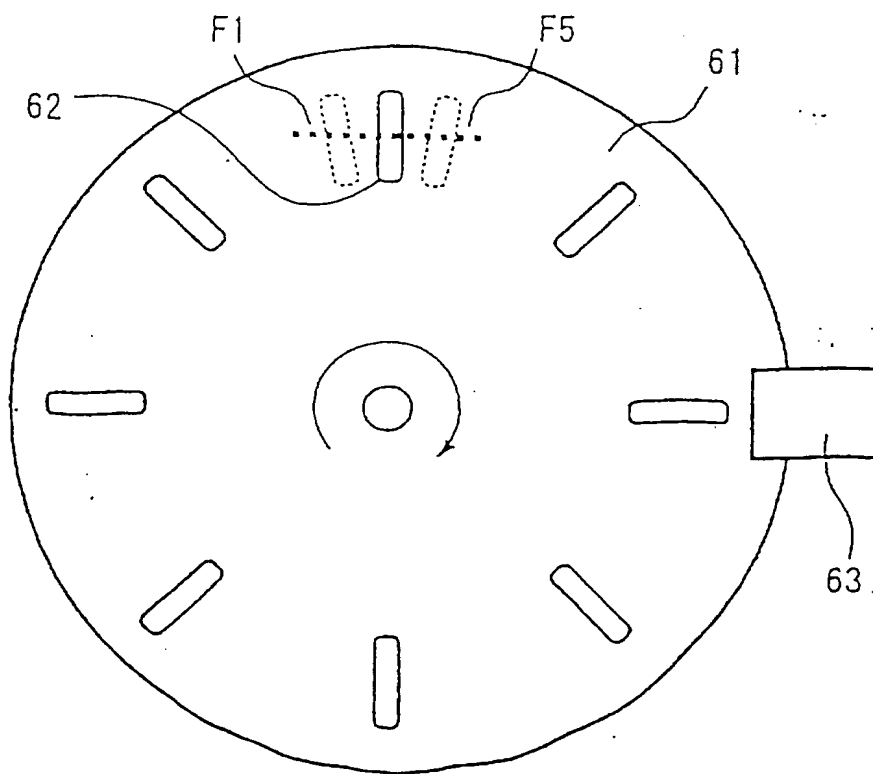


图 19

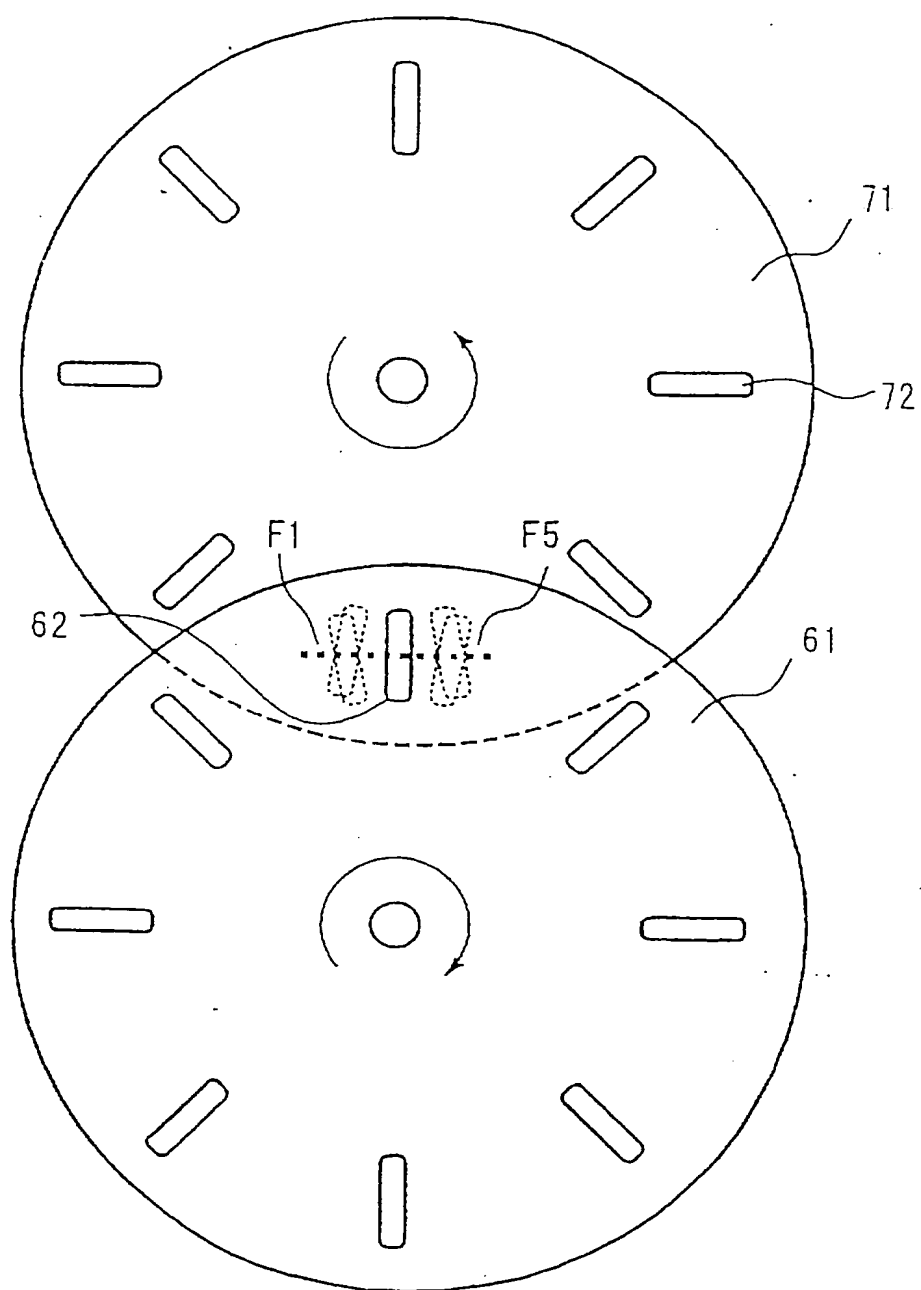


图 20